



सहयोगीकारण प्रकाशन

पृथ्वीपोर्वी दृष्टिकोंजे आवरण आहे त्याता
आपल्या सूर्यमालेतील साठ प्रह व एक उपग्रह
यांच्यापेक्षेतील वातावरण जसले, तरी आपल्या
जीवनाला जावळपक असे प्राणदायू जसाणारे
वातावरण केवळ पृथ्वीपोर्वीच आहे,
प्राचीन काळातील सुवा म्हणजे 'वाहीतरी' आहे
या विचारापासून सुरुवात केली असता
आधुनिक यात्रजारीनी होठतील नेमक्या घटकांचा
शोण कसा दायला, त्याचे गुणधर्म कसे बोपून
काढले आणि आपल्या वातावरणातील
निरनिहित्या परांचा व त्याच्या कैफियतपांचा
कसा अप्यास केला पाणी ही उद्योगक
जाणि मनोरंजक कहाणी आहे. जसिपांच यांनी
हा विषय उद्योगात पोचविला आहे.

शोधांच्या कथा



वातावरण

आयझेंक आसिमांह

अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

वातावरण

आयर्झॅक आसिमॉन्ड
अनुवाद : सुजाता गोडबोले



Shodhanchya Katha - Watavaran
ओशोच्या कथा - वातवरण

प्रकाशक | भरतीय दृष्टिकोण प्राट्काळ
मनोविज्ञान प्रकाशन, मदनिका क्र. ३/ळ, चौधा मजला, हवती टोवरी,
६७२, नारायण पेठ, न. म. लि, समोरील गल्ली, तुळे - ४११०३०.
फोन: ०२०-२५२६२९५०

Website : www.manovikasprakashan.com
Email : manovikaspublication@gmail.com

© हात्क सुरक्षित
मुख्यात | गिरीश सहस्रद्वे अभ्यासुल्लग्नी | गणकज उद्योग, तुळे.
मुद्रक | बालाजी एन्ट्रोप्रायजेस, तुळे. प्रक्रमावृत्ती | १५ जून २०१२
ISBN : 978-93-81638-75-6

पृष्ठा | १४८

१	अणू व भार-५
२	वायू-१४
३	रेणू आणि उंची-२४
४	उपयुक्त वायू व विद्युतभारित कण-३३
५	इतर विश्वे-४७



चक्रीवादळ

आपल्या सभोवतालची व पुर्थीच्या आजूबाजूची हवा म्हणजेच 'वातावरण'. याला इंग्रजीत 'मॅट्मॉसिफअर' असे म्हणतात. 'हवेचा चेंडू' या अर्थाचा यीक शब्दावरून हा शब्द आला आहे.

एरवी आपण हवेकडे फारसे लक्ष देत नाही. ती आपल्याला दिसत नाही व जाणवतही नाही. एखादी डबी उघडली आणि त्यात फक्त हवाच असली तर आपण म्हणतो, 'ती रिकामी आहे, त्यात काहीच नाही.'

अर्थात, हवा आहे हे आपल्याला माहीत आहे. हवा जाणवत नाही असे आपण म्हणतो, त्याचा अर्थ असतो, की ती जेव्हा स्थिर असते, तेव्हा ती आपल्याला भासत नाही. तथापि, सूर्यमुळे हवा तापते आणि काही ठिकाणी ती इतर ठिकाणांपेक्षा अधिक तापते. गरम हवा वर जाते आणि घंड हवा तिची जागा घेते. या हलणाऱ्या हवेताच आपण 'वारा' म्हणतो. आपल्या बेहन्यावर व शारीरावर आपल्याला वारा जाणवतो, घंडीच्या दिवसात हा बोंचरा वारा आपल्याला आवडत नाही, कारण हिवाळ्यात आपल्या शरीराची उण्णता हा वारा वाहून नेतो म्हणून आपल्याला अधिकच पंडी वाजते. उन्हाळ्यात मात्र वारा सुखावह वाटतो, कारण त्याने आपल्याला पंडावा मिळतो.

हाच वारा फार जोरात आला तरीदेखीत तो भापल्याला आवडत नाही, कारण त्याने बरीच हानी होऊ शकते. वादळे व चक्रीवादळे ही उण्णाच अतिशय जोराने वाहणाऱ्या गांवाची उदाहरणे आहेत. याच्यामुळे मोठाले वृक्षही उन्मळून पडतात आणि घरांचेही नुकसान झोते, या वादळाचा ज्यांना अनुभव असेल, त्यांना हवा

म्हणजे 'काहीच नाही' असे कधीच वाटणार नाही.

हवा जरी दिसू शकत नसली, तरीही हवा म्हणजे काहीतरी आहे याबद्दल प्राचीन लोकांनादेखील माहिती होती व त्याची कारणेदेखील आजच्याप्रमाणेच होती. अॅनेक्समिनीस (इ. स. पूर्वी ५४०-५००) या ग्रीक तत्त्ववेत्त्याचे मत होते, की जगातील इतर सर्व प्रच्ये हवा पा मूळभूत घटकापासूनच बनली असावीत.

सवधि मत असेच होते असे नाही. एम्पीडॉक्सिलस (इ. स. पूर्वी ४९२-४३२) या त्याच्यानंतरच्या तत्त्वज्ञाचे असे मत होते, की हवा तर पहस्त्वाली आहेच; पण हवेग्रामाणेच जगीन, पाणी व आनी या चार मूळभूत घटकांपासून पृथ्वी बनली आहे. चार मूळभूत तत्त्वांची ही कल्पना सुमारे २००० वर्षपूर्वीत मान्य केली जात असे.

इतर घटकांपेक्षा हवा निराळ्या प्रकारची आहे. पाणी, खडक, वाकू, झाडे, प्राणी व वनस्पती हे सर्व आपल्याता दिसू शकते. अनीदेखील दिसू शकतो, पण हवा मात्र दिसत नाही. मग ती खरंच आहे का? अर्थात वारा आहेच, पण कदाचित तो काही निराळाच पदार्थ असेहे का? जेव्हा वारा नसलो, तेव्हा कदाचित काहीच नसेल.

स्थिर असणारी हवा म्हणजेदेखील काहीतरी आहे, असे हिरो नावाच्या ग्रीक इंजिनिअरने सुमारे इ. स. ५० च्या सुमारास सर्वप्रथम दाखवून दिले. त्याच्या जन्माचा व मृत्यूचा नेमका काळ कोणालाच माहीत नाही.

एखादे भांडे जर त्याचे तोंड खाली करून पाण्यात उतेटे घातले, तर त्यात पाणी भरत नाही, असे हिरोने दाखवून दिले. गात कूल भरलेली असल्याने प्राण्याला आत शिरण्यास जागाच नाही. त्याच डब्बाच्या तळाला जर भोक पाडले, तर हवा त्यातून बुडबुडाच्या रूपांत बाहेर पडते व पाणी आत जाऊ शकते.



हिरोचा हवेसंबंधीचा ग्रयोग

हिरोच्या आणखी असेही लक्षात आले, की हवेला फारसे वजन नसावे. एखादा भांड्यात वाकू किंवा पाणी भरले, तर ते जड व उचलण्यास कठीण होते. याउलट जर एखादा फुम्या त हवा भरली, तर रिकाम्या फुम्याहून त्याचे वजन फारसे अधिक असावे असे वाटल नाही.

हिरोचे उत्तर डेमोक्रिटस (इ. स. पूर्वी ४७०-३८०) या त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या एका ग्रीक तत्त्वज्ञाच्या संशोधनावर आधारलेले होते. डेमोक्रिटसचे असे गत होते, की सर्व काही दिसू न शकण्याएवढ्या लहान लहान कणांचे मिळून बनलेले असते. या कणांचे त्याहून अधिक लहान तुकडे करता येणार नाहीत जशा विवाराने त्याने त्यांना 'अंटम' म्हणजे 'अणू' असे नाव दिले होते. अंटमचा अर्थ आहे 'न तुटणारे'.

बन्याप तत्त्वज्ञांचा यावर विश्वास बसला नाही, परंतु काहींना हे पटले. अणूंच्या अस्तित्वावर हिरोचा विश्वास होता. पण अपवा द्रव स्वरूपातील पदार्थांचे अणू एकमेकांना विकटलेले असावेत,



रॉबर्ट बॉईलचा प्रयोग

असे त्याचे मत होते. पा द्रव्यांत असेही असणार आणि त्या सर्व सूक्ष्म अणूंचे वजन एकत्रित झाल्यानेच वाढू. अगर पाणी याचे वजन बरेच भरत असणार, हवेत मात्र हे अणू खूप मोठ्या भागात विरळपणे पसरलेले असणार. म्हणून तेवढ्याच भागातील हवेत असणाऱ्या अणूंचे प्रमाण बरेच कमी असल्यानेच हवेचे वजन वाढू. अथवा पाण्याइतके नसणार.

शिवाय, वाढू व पाणी यांतील अणू एकमेकांना चिकटलेले असल्याने त्यांना आणखी दावून जवळ आणता येत नाही. तेवढीच वाढू अथवा पाणी कमी जागेत ठासून भरता येत नाही. दुराच्या शब्दांत सांगायचे तर, वाढू अथवा पाणी किंवा इतर कोणतेही द्रव अथवा घन पदार्थ दावून अधिक जवळ आणता येत नाहीत.

परंतु अधिक हवा कमी जागेत ठासून भरता येते असे, हिरोने दाखवून दिले. हवेचे विखुरतेले अणू एकमेकांजवळ डकलत्यास घोड्या जागेत अधिक हवा नावते.

हे मॉक्रिट्सप्रमाणेच हिरोकडेही सर्वांनी दुर्क्षच केले. शतकांमागून शतके गेली तसे, खरोखरच अणू असतील का, अशी काही लोकांना शंका येऊ लागली. १६६२ साली रॉबर्ट बॉईत या इंग्रज शास्त्रज्ञाने याचा अधिक विचार करायला सुरुवात केली.

इंग्रजी जे या जक्षराच्या आकाराची एक २७ फुटी कावेची नळी त्याने तयार केली व तिचे लांब बांगूचे टोक उघडेच ठेवून आखूड टोक मात्र बंद केले. नळीचा वळणदार भाग भरेल इतका पारा त्यात घातला, त्यामुळे अर्थातच काही हवा आखूड टोकाजवळील भागात अडकून राहिली. त्याने जसा अधिक पारा या नळीत ओतला, तशी आखूड टोकाकडील हवा कमी भागात दावली गेली. म्हणजे हिरोचे म्हणजे खरेच होते.

फक्त धारव प्रकारची मूलभूत द्रव्ये असतात, हे ग्रीक विद्वानांचे मतही बॉईलता मान्य नव्हते. एखादे द्रव्य हे मूलतात्प आहे की

नाही हे पाहण्यासाठी, त्याचे अधिक साध्या स्वरूपात रूपांतर करता येते का हे पाहणे हा त्याच्या मते खरा मार्ग होता. ज्या द्रव्याचे असे रूपांतर होणार नाही, तेच खरे मूलतत्त्व मानता येईल.

बॉईतच्या मतानुसारदेखील हवा हे एक मूलभूत तत्त्व आहे, असाच बहुतेकांचा विश्वास होता.

१८०३ सालापासून शास्त्रीय जगतात अणूंच्या अस्तित्वाला मान्यता मिळू लागली व अखेर कोणालाच यादाबत शंका राहिती नाही. अणू हे एखाद्या रेणूच्या रूपांत एकमेकांना विकटून राहुतात असे आपत्याता माहीत आहे. रेणू द्युमितीत 'मोलिक्यूल' म्हणतात. 'चिमुकली वस्तू' या अर्थाच्या लेटिन शब्दावरून हा शब्द बनता आहे.

अर्थात, हवा जर रेणूंची बनली असेल, तर तिला काहीतरी वजन असायला हवे. हवेचे रेणू खूप मोठ्या परिमारात विघुरलेले असल्याने विशिष्ट प्रमाणातील हवेचे वजन थोडेच असणार, पण तरीही काहीतरी वजन असणारच. १६४१ साली टॉरिचेली (१६०८-१६४७) या इटालियन शास्त्रज्ञाता हा विचार सुचला.

पंपाने पाणी चढवण्याच्या प्रश्नाचा तो विचार करत होता. मूळच्या पातळीपासून पाणी ४०० इंचांपर्यंतच चढवता येते किंतीही अधिक पंप चालवला तरीही ते त्याहून अधिक उंचीवर चढत नाही.

कदाचित हवेच्या दाबामुळे पाणी पंपाने वर चढवले जात असावे, असा टॉरिचेलीने विचार केला. बहुधा पाण्यावरील हवेचा एकूण दाब हा पाण्याचा स्तंभ केवळ ४०० इंच उंचीपर्यंत पेलू शकेल हतकाच असावा, म्हणून पाणी अधिक उंचीवर चढत नसेल.

हे मोजण्याचा एक मार्ग म्हणजे पाण्याचा वापर करणे. पारा हा वजनाने जड असणारा एक द्रवपदार्थ आहे. पाण्यापेक्षा तो १३.४ पट अधिक दाट आहे. म्हणजेच, एक इंच रुंदीच्या व ३०



टॉरिचेलीचा पहिला वायुभास्त्राक्क (१६४३)

इंच उंचीच्या पाण्याच्या स्तंभाचे वजन पाण्याच्या तेवढ्याच रुंदीच्या परंतु ४०० इंच उंचीच्या स्तंभाद्यतकेच भरेल.

टॉरिचेलीने ४ फूट लांबीची कावेची नळी घेऊन तिची एक बाजू बंद केली, त्यात पारा भरला व तिला बूच लावले. पारा भरलेल्या एका मोठ्या भांड्यात ती उलटी करून त्याने नळीचे बूच काढले. नळीतीत सर्वच पारा भांड्यात पडला नाही. ३० इंच उंचीचा पाण्याचा स्तंभ हतेच्या वजनाने पेलला जाऊन नळीत तसाच राहिता.

एखाद्या पृष्ठभागावरील हवेच्या वजनाता 'हवेचा दाब' (एखर प्रेशर) असे म्हणतात. ३० इंच उंचीचा पाण्याचा स्तंभ किंवा ४०० इंच उंचीचा पाण्याचा स्तंभ पेलला जाण्यासाठी हवेचा दाब प्रती

चौरस इंचावर मुमारे १५ पैंड इतका असावा लागेत. आपल्या शरीराच्या ग्रत्येक भागावर इतके वजन असूनही ते आपल्याला जाणवत नाही हे काहीसे कोडचात टाकणारेच आहे. तपापि, हवेचा दाब शरीराच्या ग्रत्येक भागावर सर्व बाजूनी पडतो; आणि आपल्या शरीरातील द्रव एदार्थ व वायू तैवढळाच दावाने तो परतकून लावतात. अशा तन्हेने दोन्ही बाजूंचा दाब सारखाच झाल्याने आपल्याता तो जाणवत नाही.

टॉरिचेलीने बापरलेत्या पान्याच्या स्तंभाता आता आपण वायुभारमापक (बॅरोमीटर) म्हणतो. प्रत्येक क्षणाला वातावरणातील हवेच्या भारात पोडाफार फरक होत असतो. वायुभारमापकाच्या स्तंभाची उंची पाहून व त्यात वाढ होत आहे किंवा नाही यावर लक्ष ठेवून हवामानासंबंधी अंदाज वर्तवता येतात.

टॉरिचेलीच्या प्रयोगामुळे एक महत्त्वाची गोष्ट शिळ झाली. चंद्रापर्यंत तसेच आकाशातील इतर सर्व वस्तूपर्यंत हवा पसरली आहे, असा प्राचीन लोकांचा विश्वास होता.

तथापि, आपल्या वातावरणात जर एवढ्या प्रचंड प्रमाणावर हवा असती तर तिचे वजन कितीतरी अधिक झाले असतो. हवेची घनता जर सर्वत्र सारखीच असेल, तर ग्रती चौरस इंचाला १५ पैंड वजन भरण्यासाठी ती केवळ ५ मैलांच्या परिसरातच पसरलेली असावी लागेत.

याउलट, तुम्ही हवेत जर उंचावर गेलात. तर हवेचा दाब कमी होईत, कारण बीचशी हवा तुमच्या खालीच असेल, तुमच्या ठरील प्रदेशात जेवढी हवा असेल तिचाच तुमच्यावर दाब पडेल आणि तुम्ही जसजसे अधिक उंचीवर जात तसेतसा तो कमी कमी होल जाईत.

ब्लेझ पास्काल (१६२३-१६६२) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने आपल्या मेलुण्याला दोन वायुभारमापके घेऊन फ्रान्समधील एका पर्वतावर

पाठवले, अंदाजप्रमाणेच, तो जसजसा अधिक उंचीवर गेला तसेतसा वायुभारमापकातील पान्याची उंची कमी होत गेली.

वातावरणात उंचावर गेले असता हवेची घनता तीव्र कायम राहत नाही. वातावरणाच्या तळाशी असताना अनेक मैत वरपर्यंत असतेल्या हवेचे सर्व वजन पेलावे लागते. त्या वजनाने सर्वांत खालचा थर अधिक घन बनतो; परंतु अधिक उंचीवर गेले असता वरच्या हवेचे वजन कमी होत जाते व हवेची घनता कमी होते.

म्हणजेच उंचावर गेले असता तेथील हवा अधिक विश्वल असते. हवेचे रेणू एकमेकांपासून दूर जातात व त्याच वजनाची हवा अधिक मोठ्या परिसरात विखुरली जाते. याच कारणाने, हवा पाच मैलांहून अधिक उंचीपर्यंत पसरली असावी असे लक्षात आले. त्याचा अर्थ, तिचे वजन अधिक असावे असा नसून, तेवढीच हवा अधिक मोठा परिसर त्यापते. हा आहे.

अर्थात अखेर ती इतकी विरळ होते, की परिसर जवळजवळ पूर्णपणे हवाविरहित होतो, याचित एखादाच रेणू कुठेतरी राहिलेला असतो. अशा प्रकारच्या 'रिकामे' असण्याता इंग्रजीत 'व्हॅक्युम' म्हणतात, हा शब्द 'रिकामे' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून आला आहे, मराठीत आपण त्याता 'निवाति पोकळी' असे म्हणतो. ही पोकळी चंद्रापर्यंत आणि त्याच्याही पलीकडच्या असंख्य तान्यांपर्यंत परारक्तेची आहे. पृथ्वीच्या राभोपताती गतराणांच्या हयेच्या पापिरक्क खामुळेच आपल्यासारखे सजीव जिवत राहू शकतात.

एखाद्या उघड्या भांड्यात पाणी ठेवते, तर ते हव्यूहव्यूह सुकून जाते. म्हणजे त्याचे काप होते? ते अदृश्य होउन नाहीसेच होते का?

वास्तविक पाण्याचे लहान लहान रेणू संघ गतीने हवेत जातात, एकमेकापासून बरेच दूर जातात, त्यातून वाफ बनते. ही वाफ हवेत उंचावर जाते व तिथल्या धंडीने तिचे परत पाण्याच्या थेवात रूपांतर होते. जर असे बरेच थेब एकंत्र आले तर त्यालाच आपण ढग म्हणतो, जखेर हे पाणी पावसाच्या रुग्माने परत जमिनीवर येते, पाणी सुकताना यी वाफ तयार होते तिचे गुणधर्म हवेप्रमाणेच असतात.

दाख किंवा टर्पेंटाइनसारखे इतर द्रव पदार्थिकील वाफ होउन उडून जातात, द्रव पदार्थ तापवले, तर ही क्रिया खूपच जलाद होते. हीच वाफ परत धंड झाली की तिचे परत द्रव पदार्थात रूपांतर होते.

अर्थात, या द्रव पदार्थप्रिक्षा हवा भिन्न आहे, कारण हिवाळ्यातील अत्यंत धंड दिवसात अंटावर्टिकावरदेखील तिचे द्रवात रूपांतर होत नाही.

इ. स. १६२० च्या सुमारासु जॉन हैल्पिस्ट वैन हेल्मॉट (१८८०-१८४४) या बेल्जियन रसायनशास्त्रज्ञाने वाफेवर संशोधन करण्यास सुरुवात केली. घन तसेच द्रव पदार्थाना एक विशिष्ट आकारमान असते, तसे ते वाफेला नसते. एखाद्या मोठ्या भांड्यात थोडेसे पाणी अधवा वाळू घातती तर ते भांड्याचा काही भागच व्यापतील; परंतु भांडे किंतीही मोठे असले तरी ते वाफेने मात्र पूर्णपणे भरून जाते.

हेल्पॉटच्या यते, निश्चित स्वरूप असणाऱ्या द्रव किंवा घन



पाण्याचे चक्र

पदार्थाच्या तुलनेत वाफ (किंवा हवा) हा काहीसा गोंधळात टाकणारा पदार्थ होता.

पदार्थाच्या एका प्राचीन मिश्रणापासून या जगाचा विकास झाला, अशी पूर्वीच्या ग्रीक लोकांची कल्पना होती. ते या प्राचीन द्रव्याला 'केअॉस' म्हणत असत, वैन हेल्मॉटच्या मते, वाफ व हवा हे बरेचसे मूळच्या 'केअॉस' सारखे होते म्हणून त्यानेही त्याला हेच नव दिले तयापि. हा शब्द त्याच्या भाषेच्या संतर्याप्याणे उच्चारताना तो 'गॅस' या शब्दासारखा भासत असे.

कालातराने सवानी हाथ शब्द वापरायला सुरुवात केली. आता हवा व वाफ ही 'गॅस' म्हणजे वायूची उदाहरणे आहेत, असेच आपण मानतो.

लाकूड जाळून मिळणारा वायू वैन हेल्मॉटने वेगळा करण्यात यश मिळवले. त्याला त्याने नाव दिले 'गॅस सिल्वेस्टर' म्हणजे 'लाकडापासून मिळणारा वायू'. ही काही खन्या अर्थात वाफ नव्हती, कारण धंड केल्यावर त्यापासून द्रव पदार्थ मिळत नक्ता. तसेच ती हवाही नव्हती, कारण तिचे गुणधर्मही नेमके हवेप्रमाणे नव्हते.

वैन हेल्मार्टच्या संशोधनामुळे त्याला काही फार मोठी प्रक्रिया मिळाली नाही. परंतु १९५६ साली जोसेफ ब्लॅक नावाच्या स्कॉटिश रसायनशास्त्रज्ञाच्या असे लक्षात आले, की खनिज चुनखडी तापशली असता यात्रानुसार युना हा एक निराकार पदार्थ मिळजो. या प्रक्रियेत्रा एक वायूदूखील निर्माण होतो. त्याचा ब्लॅकने काळजीपूर्वक अभ्यास केला. हा वायू म्हणजे वैन हेल्मार्टना मिळालेला वायूच तोता, हे अंडेरीस समजून आले. आजकाल आणण त्या वायूला 'कर्बद्विप्राणील वायू' (कार्बन डायॉक्साइड) असे म्हणतो.

कर्बद्विप्राणील वायू जर चुन्याच्या सात्रिध्यात ठेवला, तर त्याचे संयं गतीने परत चुनखडीत रूपांतर होते. विचित्र बाब म्हणजे, युना कर्बद्विप्राणील वायूत न ठेवला केवल हवेतच ठेवला, तरीही त्याचे चुनखडीत रूपांतर होते, मात्र आणखीच संयं गतीने.

यावरून ब्लॅकने असा निष्कर्ष काढला, की हवेतचे अल्प प्रमाणात कर्बद्विप्राणील वायूदूखील असला पाहिजे.

हवा हे अगोदर वाटले होते त्याप्रमाणे साधेसे मूलतत्व नसाये, अशी शोका व्यक्त करणारा हा पहिलाच निंदेशक होता. हे वायूचे मिश्रण असणार कारण पात कर्बद्विप्राणील वायूदूखील आहे. अर्थात, या कर्बद्विप्राणीत वायूचे प्रमाण अल्यत्प म्हणजे 0.035 टक्के (सुमारे $1/3,000$) आहे. निराकार शब्दात सांगायचे तर, हवेच्या 3000 भागांमध्ये एक भाग कर्बद्विप्राणील वायू आहे. सामान्य हवेपेक्षा तोकांनी सोडलेल्या उच्छ्वासात कर्बद्विप्राणील वायूचे प्रमाण अधिक असते, असा ब्लॅकने शोध लावला. निदान ताज्या हवेपेक्षा उच्छ्वासाने चुन्याचे चुनखडीत रूपांतर जलद गतीने होत असे, एखादी मेणबती पेटवती असता, त्यातूनही कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण होतो.

हवेपेक्षा कर्बद्विप्राणील वायू वेगळा आहे असे दर्शवणारा एक महत्वाचा गुणधर्म म्हणजे, मेणबती ताज्या हवेत नव्हते. मात्र, ती



प्रिस्टलेचा प्रयोग

कर्बद्विप्राणील वायूत जळू शकत नाही. एका बंद हंडीत मेणबती जाळण्याचा ब्लॅकने प्रयत्न केला. सर्व मेण संपर्यापूर्वीच ती विडक्त असे, ब्लॅकला याचे आश्चर्य वाटले नाही, कारण जर मेणबतीच्या जवलनाने कर्बद्विप्राणील वायू निर्माण होत असेल, तर बंद हंडीत लवकरच इतका कर्बद्विप्राणीत वायू जगेल, की त्यामुळे वात विड्युनच जाईल.

बंद हंडीत चुना घालून ब्लॅकने त्यातील कर्बद्विप्राणील वायू काढून टाकला. मग त्या हंडीत कर्बद्विप्राणील वायू नसलेली बरीच हवा राहिली. तरीही कर्बद्विप्राणील वायू नसलेल्या त्या हंडीतील हवेत मेणबती जळू शकली नाही.

ब्लॅकला हे एक कोडेच वाटले; व ही समस्या त्याने डॅनिएल रदरफोर्ड (१९४९-१८११) या त्याच्या स्कॉटिश रसायनशास्त्रज्ञ विद्यार्थ्यकडे सोपवली. १७७२ साली रदरफोर्डने ब्लॅकचा प्रयोग परत एकदा काळजीपूर्वक व बारकाईने करून पाहिला. हंडीतील सर्व कर्बद्विप्राणील वायू काढून घेतला आहे याची त्याने खात्री

करून घेतली. हंडीत जी हवा शिळुक होती त्यातही मेपबत्ती पेटू शकली नाही.

या सुमारास काही रसायनशाखज्ञा फ्लॉजिस्टन नावाच्या एका ब्रूम्हाच्या नंदभांत ज्वलनाऱ्या सिद्धान्ताचा अभ्यास करत दोते. या सिद्धान्तानुसार जेव्हा एखादे द्रव्य जळते त्या वेळी त्या ज्वलनाने हवेत फ्लॉजिस्टन सोडले जाते. जेव्हा हवेत पुरेसे फ्लॉजिस्टन जमते, तेव्हा आणखी फ्लॉजिस्टन हवेत मावू शकत नाही म्हणून त्यानंतर ज्वलन होऊ शकत नाही, म्हणून रदरफोडने त्याला मिळालेल्या वायूता 'फ्लॉजिस्टन भरलेली हवा' असेच नाव दिले.

तथापि, काही वर्षांनंतर रदरफोडने शोधलेल्या वायूता नव्रायू (नायट्रोजन) असे नाव देण्यात आले. नायटर नावाच्या एका खनिजापासून हा वायू निर्माण करता येतो, असे लक्षात आल्यावरून 'नायटर निर्माण करणारा' या अर्धाच्या ग्रीक शब्दांवरून हे नाव बनवण्यात आले.

१७७४ साली जोसेफ प्रिस्टले (१७३३-१८०४) या इंग्रज रसायनशाखज्ञाने आणखी एक वायू शोधून काढला. जेव्हा प्रिस्टलेने हा नवा वायू शोधून काढला तेव्हा त्याचा अभ्यास करण्यासाठी तो वायू त्याने एका काचेच्या नळीतून पारा भरलेल्या भांड्यावर आणखी एक पारा भरलेली हंडी उपडी करून ठेवली होती. त्यात बुडबुळाच्या स्वरूपात एकत्रित केला. या हंडीचे तोळ पान्यातच बुडवलेले होते. नव्या वायूमुळे उलट्या हंडीतील पारा खालच्या भांड्यात ढकलता गेला. त्यानंतर त्या हंडीला काचेचे झाकण लावून ती मान्याच्या भांड्यातून बाहेर काढून सरळ केली.

अशा प्रकारे या वायूचा हवेशी अजिबात संपर्क आला नाही व याच्या गुणधर्माचा सहजपणे अभ्यास करता आला. काही वायू पाण्यात विरघळतात; परंतु पा वायूचा पाण्याशीदेखील संपर्क आता नाही.

या प्रयोगामुळे प्रिस्टलेचे लक्ष पाच्याकडे वेधले. पारा तापवला. असता त्याच्या पृष्ठभागावर एक तांबूस रंगाची भुकटी जमते असे त्याच्या निर्दर्शनास आले. त्याने ही भुकटी एकत्र करून तापवली. तिचे चक्राकणाचा थेवात म्हणजेच परत यांन्यात रूपांतर झाल्याचे त्याला दिसून आले. या प्रक्रियेतून एक वायू निर्माण झाला.

प्रिस्टलेने एका भांड्यात हा वायू गोळा केला व त्याच्या गुणधर्माचा अभ्यास केला. हवेपेक्षा या वायूत ज्वलन अधिक सुलभतेने होते, असे त्याच्या लक्षात आले. त्याने लाकडाची एक ढतपी घेतली, त्याचे एक टोक पेटवले व नंतर त्यावर फुकर मारली. मग ते टोक नुसतेच लाल होऊन धुमसत राहिले, पण त्यात ज्वाला नव्हती. ही ढतपी त्याने या वायूत धरती असता त्यातून ताबडतोब ज्वाला निघू लागल्या.

हवेत काही प्रमाणात फ्लॉजिस्टन असणार, म्हणूनच लाकूड हवेता जाल्ये, असे प्रिस्टलेला वाटले. परंतु हा नवा वायू म्हणजे ते घोडेसे फ्लॉजिस्टनदेखील काढून टाकलेली हवा असणार. म्हणून लाकूड यात सहजपणे व जलदगतीने जळत असणार. या वायूतून 'फ्लॉजिस्टन काढलेली हवा' असे नाव दिले.

तथापि, लदकरच प्रिस्टलेने शोधलेल्या वायूता 'आम्ल तयार करणारा' या अर्धाच्या ग्रीक शब्दांवरून 'ऑक्सिजन' (प्राणवायू) असे नाव मिळाले सर्वच आम्लांच्या रेणूत प्राणातासूरे अणू असलात, असा त्या काळी रसायनशाखज्ञांचा समज होता. अर्धात, कालांतराने हा समज पुरीपण होता असे सिद्ध झाले; परंतु तोपर्यंत हे नाव बदतण्यास बराच उशीर झाला होता.

नव्रायू व प्राणवायूचा शोध लागण्यापूर्वी, १७६६ साली हेन्री कॅल्हेंडिश (१७३१-१८१०) या इंग्रज रसायनशाखज्ञाने असा शोध लावता होता, की काही खनिजांमध्ये आम्ल मिसळते असलाती खनिजे विलय पावतात व त्यातून एक वायू निर्माण होतो.

कॅचेंडिशने हा वायू एकत्रित करून त्याचा अभ्यास केला.

हा वायू अतिशय हलका असतो असे त्याच्या लक्षात आले. निरनिराळ्या वायूंच्या घनतेची तुलना करणारा कॅचेंडिशने हा पहिताच शास्त्रज्ञ होता. एका विशिष्ट आकारमानाच्या वेगवेगळ्या वायूंचे वजन किती भरते हे त्याने शोधून काढले. उदाहरणार्थ, एका विशिष्ट आकाराच्या भांड्यातील हवेचे वजन १४ औंस आहे असे गृहीत धरले, त्याच भांड्यात जर त्याने शोधलेला नवा वायू भरला तर त्याचे वजन केवळ १ औंसच झाले. हवेच्या तुलनेत त्याच्या नव्या वायूची घनता केवळ $1/14$ इतकीच होती. कॅचेंडिशने अभ्यासलेल्या रुच वायूपैकी हा वजनाने सर्वत हलका वायू होता. आजतागायत्रेखील हाच वायू वजनाने सर्वत हलका आहे.

शिवाय हा वायू सहजपणे जळतो. इतकेव नव्हे, तर तो तापवला असता त्याचा स्फोट होतो. कॅचेंडिशने त्याला 'ज्वालाशाही हवा' (फायर एअर) असे नाव दिले; आणि हाच फ्लॉजिस्टन असाया की काय, अशी त्याला शंका आली. कॅचेंडिशने शोधरेला वायू जळाल्यावर त्यातून द्रवाचे काही धेंव तयार झाले आणि ते पाणीच असल्याचे दिसून आले. 'पाणी तयार करणारे' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दांवरून या वायूला 'हायड्रोजन' असे नाव मिळाले.

आनंद्वान लोरीं ताळ्होंडिये (१७४३-१७९४) नावाचा फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञ १७७४ साली ब्राव काळ ज्वलनाचा अभ्यास करत होता. बंद छब्बात वस्तू जाळली असता ती जळते किंवा खनिजाना गंज येतो; परंतु आतील सामग्रीसहित त्या छब्बाच्या वजनात मात्र फरक पडत नाही. असे त्याला आढळून आले. गंजलेला धातू किंवा जळालेल्या काही वस्तूंची राख यांचे वजन मूळच्या यजनापेक्षा मात्र अधिक भरते, असाही त्याने शोध लावला.

जर पातूच्या वजनात भर पडली असेल, पण छब्बाचे वजन मात्र पूर्वीइतकेच कायम असेल, तर छब्बातील एखाद्या घटकाचे

वजन किंवा झाल्याने वजनात भर होऊनदेखील समतोल साधला गेला असणार, डब्बात असलेली दुमरी वस्तू म्हणजे हवा, म्हणजेच हवेचे वजन किंवा झाले असणार, याचा अर्थ, काही हवा नाहीशी झाली असणार.

हे असेच होते हे लाळ्होंडियेने सिद्ध केले, त्याने जेव्हा डबा उघडला, तेव्हा किंवा झालेल्या हवेची जागा भरून काढण्यासाठी बाहेरची हवा झापाट्याने आत शिरली, एवढेच नव्हे, तर पाणी भरलेल्या भांड्यात उपड्या केलेल्या हंडीत एखादा धातू गंज येण्यासाठी ठेवला असता, धातूला गंज घटेल तसेतसे आतील हवेची जागा येण्यासाठी पाणी हंडीत वर घटलेले दिसत असे. अखेर, आतील हवेच्या सुमारे $1/4$ हवेची जागा पाणी घेते, असे दिसून आले.

फ्लॉजिस्टनचा सिद्धान्त पूर्णपणे चुकीचा असावा, असे लाळ्होंडियेचे मत झाले. फ्लॉजिस्टन मिसलल्यामुळे किंवा किंवा झाल्याने हवा बदलत नाही. वास्तविक फ्लॉजिस्टन अस्तित्वातच नव्हते. हवा हे मूलतत्त्व नाही. हवा हे दोन निरनिराळ्या वायूंचे मिश्रण आहे. त्यापैकी प्रत्येक वायू मूलतत्त्व आहे. हवेत $1/4$ नववायू व $1/4$ प्राणवायू असतो.

एखादी वस्तू जळते किंवा गंजते तेव्हा तिचा हवेतील प्राणवायूसी संयोग होऊन तिचे वजन पाढते, असे लाळ्होंडियेचे मत होते. प्राणवायू नाहीसा होऊन केवळ नववायू शिल्लक राहत असावा. नववायूत काहीच जळू शकत नाही, लोखंडाला गंज चढतो तेव्हा त्याचा प्राणवायूसी संयोग होतो. गंजाला आणण आयर्न ऑक्साइड महांशु शकतो. पारा (मकर्युरी) तापदला असता त्याचा प्राणवायूसी संयोग होऊन विटकरी तंगाचे मकर्युरी ऑक्साइड तपत होते आणि ते परत तापवले असता त्यातून पारा व प्राणवायू परत मिळतो. मकर्युरी ऑक्साइडपासून शुद्ध प्राणवायू मिळवला

असता, त्यात वर्तू हवेपेक्षा जलद गतीने जळतात. कारण हवेत केवळ १/५ प्राणवायू असतो.

अशा प्रकारे रदरफोर्ड व प्रिस्टलेचे प्रयोग फ्लॉजिस्टनच्या गरजेचा विचारही न करता स्पष्ट करता आले.

लाकूड व मेणबतीच्या रेण्मुमध्ये कर्ब म्हणजे कार्बनचे अणु असतात. (जवळजवळ पूर्णपणे कबच्या अणुंपासून बनलेल्या वस्तूचे

कोजसा हे एक उदाहरण आहे.) कबच्या अणुंचा प्राणवायूशी संयोग झाल्यावर कर्बद्विप्राणीत वायू (कार्बन डायॉक्साइड) तथार होतो. हे ऑक्साइड वायुरूप असल्याने हवेत दिसून जाते. म्हणूनच लाकूड जळून गेल्यावर राहिलेली राख मूळ लाकडापेक्षा हलकी असते आणि मेणबतीचे मेण जवळजवळ नाहीसेच होते.

जवळनासंबंधीचे हे शान आणि त्यानंतर २५ वर्षांनी उदयास आलेला अणूचा सिद्धान्त यांच्या पायावरच आधुनिक रसायनशाखा उभे आहे.



ताळुक्किये आपल्या प्रयोगकाळीत

३ | रेणू आणि उंची

लाव्हांडियेच्या प्रयोगामुळे, हवा खरी कशी आहे, हे लोकांना समजून आले. हवेत ७८ टक्के नववायू व २१ टक्के प्राणवायू असतो हे आता आपत्याला माहीत आहे. (लाव्हांडियेने सुरुवातीला महाटल्यागामाणे जवळजवळ चार-पंचमांश आणि एक-पंचमांश असेच हे प्रमाण आहे.) अर्थात, ७८ अधिक २१ महणजे १९ होतात. हवेचा एक टक्का कशापासून बनला आहे?

हवेत बहुधा पाण्याची वाफ असते, पण ती नगण्यच असते. हवेचा अभ्यास करण्याआधी त्यातून वाफ व थूळ काढून टाकली जाते तेळा शुद्ध हवेत ७८ टक्के नववायू व २१ टक्के प्राणवायू असतो. हवेत थोडाना कर्बंदिप्राणील वायू असतो, पण तो १ टक्क्याहून बराच कमी असतो.

नववायू व प्राणवायू या दोहोंशिवायही काहीतरी हवेत असते, हा शोधही, हायहोजन ज्याने शोधून काढला त्या कॅव्हेंडिशनेच लावला.

१८८५ साली त्याने विजेच्या ठिणग्या हवेत सोडल्या. विजेच्या ठिणग्यात एवढी ऊर्जा होती, जी त्यानुके नववायूच्या अणूंचा प्राणवायूच्या अणूंशी संयोग होऊन नायट्रोजन ऑक्साइड तयार झाले. (सामान्य उच्चतेत हे संयुग बनण्याएवढी ऊर्जा नसते, नाहीतर एखाद्या जंगलाला लागलेल्या आगीने सध्याच्या स्वरूपातील संपूर्ण वातावरपच उद्धवस्त झाले असते.)

नायट्रोजन ऑक्साइडचे रेणू पाण्यात विरघळून काढून टाकता येतात व अशा तन्हेने सर्व प्राणवायू अखेर संपुष्टत येतो. अर्थात, तरीही नववायू शिल्लक होताय, कॅव्हेंडिशने मग आणखी प्राणवायू

त्यात घातला, त्याचा नववायूशी संयोग झाल्यावर आणखी प्राणवायू घातता.

अखेर त्यात कोणताच वायू शिल्लक राहणार नाही, नववायूही नाही आणि प्राणवायूही नाही. गग द्वा केबळ नववायू व प्राणवायू यांचीच बनलेली असते हे सिद्ध करता येईल व कर्बंदिप्राणील तायूग्रमाणे इतर घटक अत्यल्प प्रमाणात असतात असेही दर्शवता येईल, असा कॅव्हेंडिशचा विचार होता.

तथापि, कॅव्हेंडिशने किंतुही प्रयत्न वेळा तारी सूक्ष्म प्रमाणातील वायू सुमारे १ टक्का इतका, बाकी राहीच आणि विजेच्या ठिणग्यानेदेखील त्याचा प्राणवायूशी संयोग होत नसे. सूक्ष्म प्रमाणातील हा वायू नववायू नवला किंवा तो प्राणवायूही नवहता. तर तो हवेचाच एक घटक होता. कॅव्हेंडिशने हे जाहीर केले, पण कोणीच त्याकडे फारसे लक्ष दिले नाही आणि हवेतील १ टक्का घटक शतकभर विस्मरणातच गेला.

अर्थात, इतर दिशांनी प्रगती चालूच होती. १८९९ साली आमादेओ औल्होगांड्रो (१७७६-१८५६) या इटालियन शाखज्ञाने वायंबद्ध उपलब्ध असतेल्या सर्व माहितीचा अभ्यास करून एक सूचना केली. वायूना नीटपणे समजून घेण्यासाठी विशिष्ट आकारमानाच्या वायूत समान कण असावे लागतील. हे कण महणजे अणू असतील किंवा रेणूही असू शकतील. वायूच्या घनतेपाया अभ्यास करून त्या कणांचे वजन निश्चित करता येईल.

उदाहरणार्थ, इतर अणूंच्या तुलनेत प्राणवायूच्या अणूंच्या वजनाची लोकांना कल्पना होती. प्राणवायू जर एकरो अणूंचा बनला असेल, तर त्याची एक ठरावीक घनता असायला हवी. प्रत्यक्षात प्राणवायूची घनता त्याच्या दुप्पट असते. म्हणजे प्राणवायूचा प्रत्येक कण हा दोन अणूंचा बनलेला प्राणवायूचा एक रेणू असणार असा याचा अर्थ होतो. म्हणूनच रसायनशाखज्ञ

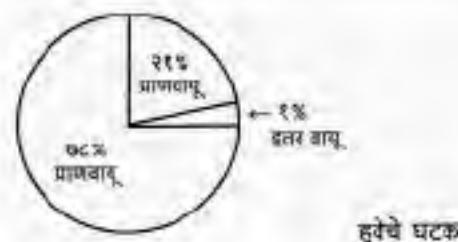
प्राणवायू रेणू (O_2) अशा प्रकारे लिहितात. त्याप यद्धतीने नक्कायू व हायड्रोजनचे रेपूदेखील दोन अणूचे मिकून बनलेले असतात असे सिद्ध झात्याने तेही N_2 व H_2 असेच लिहिले जातात.

अर्थात, हे सर्व बॅक्टीरियांनोने सूचना केल्यावरोबर घटले असा याचा अर्प होत नाही. शास्त्रज्ञदेखील माणूसच आहेत. एखादी नवीन गोट मान्य करायला त्यांनाही वेळ लागतोच.

१८६० साली रसायनशास्त्रातील विचारसरणीतील काही गोंधळाच्या परिस्थितीतून मार्ग काढण्यासाठी युरोपमधील सर्व रसायनशास्त्रज्ञ एका आंतरराष्ट्रीय परिषदेत एकत्र नमले. स्टॉनेस्लाव्ह कानिंग्हारे (१८२६-१९१०) हा इटालियन शास्त्रज्ञाही त्यापैकीच एक होता. दोन वर्षांपूर्वीच त्यांनी ऑक्होगांडोची सूचना पाहिली होती. एखाचा विशिष्ट रेणूत किती अणू आहेत यासंबंधीचा रसायनशास्त्रज्ञांचा काहीसा गोंधळ या पद्धतीने कमी होईल, अशी त्यांना शक्यता दिसू लागली. हा विचार त्यांनी परिषदेत मांडला व तेथील बहुतेक शास्त्रज्ञांना तो पटला.

याचाच अर्थ, १८६० सालाच्या सुमारास रसायनशास्त्रज्ञांना हवेचे सर्व रासायनिक घटक माहीत झाले होते, यिन्या निदान ९९ टक्के घटक तरी जाणून घेण्यात यश आले होते.

अर्थात, शास्त्र त्यांच्या सहज आवाक्यात येईल अशा जगिनीजवळच्या हवेचाच अभ्यास करत होते. बन्याच उंचावरील



हवादेखील जगिनीजवळची हवा असते तशीच असेल. निदान तिच्यातील वायूची घटना तरी तशीच असेल. अशी कल्पना तर्कसगतच वाटते. तथापि, याची खात्री देता येईल का?

पास्कालच्या मेहुण्याने केले होते त्याप्रयाणे एखाद्या पर्वतावर जाऊन तेथील हवेचा अभ्यास करणे हा एक मार्ग होता. अर्थात, पर्वत चढणे हे तसे कठींज व धोकादायक आहे. शिवाय युरोपमधील पर्वत फारसे उंचाही नाहीत. दूरकर दक्षिण अमेरिकेत आणि आशियात असे उंच पर्वत आहेत, पण ते चढण्यास अतिशयच कठींण आहेत व त्यातही सर्वात उंच पर्वत फक्त माडेपाच मैलव उंच आहे.

जोसेफ मिशेल मॉगोलिफ्ये (१७४०-१८१०) व ज्याक एतिएन मॉगोलिफ्ये (१७४५-१७९९) या दोन फ्रेंच संशोधक बंधूनी १७८३ साली फुग्याचा शोध लावला. पण्यात सोडलेले लाकूड जसे वजनाने हलके असल्याने पाण्यावर तरंगते, त्याचप्रमाणे फुगा म्हणजे वायूने भरलेली एक पिशवी. यातील वायू वजनाने हवेपेक्षा हलकवा असल्याने हा फुगा हवेत वर चढतो.

३ जून १७८३ रोजी मॉगोलिफ्येने सोडलेल्या पहिल्या फुग्यात गरम हवा भरली होती. परंतु ज्याक अलेक्झांडर बाल्स (१७४६-१८२३) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने हायड्रोजन लापरावा असे सुचवले. त्यानुसार २७ ऑगस्ट १७८३ रोजी हायड्रोजन भरलेला फुगा हवेत सोडण्यात आला.

फुग्यातून वर जाणे युरोपमध्ये तगेच खूपच लोकप्रिय झाले. खिळांनी अशा तन्हेने हवेत वर जाणे ही एक नवीच नवलाईची बाब बनली. इयान लाब्रोस ही फुगा स्वतंत्र वर घेऊन जाणारी पहिली पायलट होती. या अनुभवातील नावीन्य, धाडस व धरार यातच बहुतेकांना स्वारस्य होते; पण काहीनी मात्र शास्त्रीय संशोधनाचा विचार केता. पर्वत चढून वर जाण्यापेक्षा फुग्यातून वर जाणे केल्याही अधिक सोपे व जलाद होते.



माँगोलिकेचा गरम हवेचा फुगा
(३ जून १९८३)

१७८४ साती जॉन जेफ्रीज (१७४५-१८१०) हा अमेरिकन डॉक्टर तंडनला फुग्यातून वर गेला. त्याने भारमापक यंत्र व उंचावरील हवा बंदिस्त करून आणण्यासाठीची साधने आपल्याबरोबर नेली होती. फुग्यातून केलेले हे पहिलेच शास्त्रीय संशोधन होते.

जेफ्रीज काही कार उंचीवर गेता नाही; परंतु १८०४ साती जोसेफ तुई गे-ल्युसाक (१७६८-१८५०) नावाचा फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञ फुग्यातून सुमारे साडेचार मैल उंचीवर पोचता, युरोपमधील योजत्याची पर्हताशिखरातून ही उंची निदान एक मैल तरी अधिक होती. गे-ल्युसाकने त्या उंचीवरील हवा आपल्याबरोबर आणली व त्याता असे आढळले, की पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील हवेत व या उंचावरील हवेच्या घटकात काहीच फरक नाही.

तथापि, या उंचीवरील हवा अधिक विरळ होती. फुग्याखालच्या उघडळ्या टोपतीत उभे असताना श्वास घेणे त्याता कठीण जात होते. जसजसे वर जावे तसेतशी धंडीही वाढत गेली, कारण विरळ हवेत फारशी उष्णता राखली जाता नव्हती. धंडीमुळेदेखील अस्वस्थता वाढत गेली.

१८७५ साती तीन तोकांनी फुग्यातून वर जाण्याचा विक्रम केला. ते ६ मैल उंचीवर पोहोचले. दुर्दैवाने यातील दोघे तेथेच मरण पावले. गास्टों तिसांडिये (१८४३-१८९९) हे एकव गृहस्थ जिवंत परत आले. त्यांनंतर मात्र पुग्याता योडलेल्या उघडळ्या टोपलीतून बन्याच उंचीवर जाण्याचा कोणी प्रयत्न केला नाही.

१८९२ सातापासून मानवविरहित फुगे सोडण्यास सुरुवात झाली. त्यात तापमापक, भारमापक तसेच वातावरणातील लेवेगळ्या उंचीवरील माहिती गोळा करणारी निरनिराळी साधने पाठवण्यात येऊ लागली. फुगे परत आल्यावर त्यातील साधने मिळवून त्यांचा अभ्यास केला जात असे.

लिंगो फिलिप तिसरी द बोर (१८५५-१९१३) या फ्रेंच



ज्याक चाल्सचा डायडोननका फुगा
(२७ जॉन्स्ट १७८३)

शास्त्रज्ञाने अशा मानविरहित फुग्यांद्वारे बरेच संशोधन केले. फुगा जसजसा वर जातो तसुतशी हवा शून्याखाली ५५ अंश सेल्फियपस (-55 C) पर्यंत खंड होत जाते. प्रहणजेच शून्याखाली ६७ अंश फॅरनहाइट (-67 F). सैबेरियातील हिवाळ्याइतके ते खंड आहे.

फुगे जेव्हा याहूनही अधिक उंचीवर गेले तेव्हा असे लक्षात आले, की यानंतर मात्र तापमान कमी झाले नाही, ते तेवढेच कायम राहिले.

वातावरणाचे दोन प्रमुख विभाग असावेत असे तिसरीं द बोरने सुचवले. सर्व हवामान खालच्या थरात एकवटलेले भाहे. यात ढग, वारा, पाऊस, बर्फ वोरे सर्व काही आहे. त्यांनी याला ट्रोपॉस्फियर असे नाव दिले. हा शब्द 'बदलाचा प्रदेश' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दापासून बनता आहे. विषुववृत्तापासून सुमारे १० मील उंचीपर्यंत हा प्रदेश एसरलोला असावा, असे त्याचे मत होते. जसजसे आपण विषुववृत्तापासून दूर जावे तशी या ट्रोपॉस्फियरची उंची क मी होत जाते. भूवांजवळ ट्रोपॉस्फियरची उंची केवळ ५ मील भरते.

ट्रोपॉस्फियरच्या बाहेरील सीमेपाशी तापमान कमी होणे थांबते. त्याच्यावरील प्रदेशात वारा किंवा हवामान नसते, तेथील विरच हवा शांत थरात असावी, असे तिसरीं द बोरचे मत होते. त्याता त्याने नाव दिले 'स्ट्रॅटोस्फियर', हा शब्द 'परांचा प्रदेश' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दापासून आला आहे.

४ | उपयुक्त वायू व विद्युतभारित कण

दरम्यानच्या काळात ५ टक्का वातावरणाच्या स्वरूपाचा प्रश्न पुन्हा एकदा चर्चेत आला.

जॉन विल्यम स्ट्रट लॉर्ड रॅली (१८४२-१९१९) हे इंग्रज शासक १८८२ सालापासून नव्रायूच्या अतिशय काळजीपूर्वक अभ्यास करीत होते. इतर अणूच्या तुलनेत नव्रायूच्या अपूर्वे वजन किंतु भरते ते त्यांना शोधून काढायचे होते. त्यांनी दोन प्रमुख प्रकारांनी नव्रायू जमवला : एक म्हणजे हवेतून प्राणवायू, पाण्याची वाफ, कर्ब्डिग्रामीत वायू पूळ करून सर्व काढून टाकते; व युतरे म्हणजे निरनिराकार्या खनिजांपासून.

कोणत्याही खनिजांपासून मिळवलेल्या नव्रायूच्या सर्व अपूर्वे वजन एकव होते, असा त्यांनी शोध लावला. तधापि, हवेतून मिळवलेल्या नव्रायूच्या अणूचे वजन मात्र खनिजांपासून मिळवलेल्या अणूपेक्षा यिन्ही म्हणजे घोडेसे अधिक होते. आपले निष्कर्ष प्रसिद्ध केल्यावरदेखील, यात काय चूक झाली असावी ते रॅलीच्या लक्षात येईला, म्हणून इतर कोणा शास्त्रज्ञाला याच्या कारणासंबंधी काही कल्पना आहे का याचीही त्यांनी चौकशी केली.

सर विल्यम रॅमसे या स्कॉटिश रसायनशास्त्रज्ञाने या प्रश्नाची उकल करण्याचा प्रयत्न करण्यासाठी परवानगी मागितली. जशाशीही संयोग न होऊ शकणारा हवेचा एक बुडबुडा कॅचेंडिशने शोधून काढला होता याची त्याता आठवण झाली. तो एखादा आतापर्यंत माहीत नसलेला व नव्रायूच्या अणूपेक्षा अधिक वजनदार अणू असणारा नवा वायू असेत का? खनिजांपासून मिळवलेल्या नव्रायूत दुसरे काहीच असणार नाही; परंतु हवेतून मिळवलेल्या



जान तांडोस पा पहिले नेलेला पुण्यापाहणारे परीसमधील लोक आकाशात नेलेला पुण्या पाहणारे परीसमधील लोक

नत्रवायूत काही थोडे वजनदार अणू भसू शक्तील, म्हणून हवेतील नत्रवायूच्या अणूचे वजन असापला हवे त्यापेक्षा सरासरीने अधिक भरत असेत.

या टेक्नेपर्यंत रसायनशास्त्रज्ञांना 'स्पेक्ट्रोस्कोप' नावाचे एक नवे यंत्र मिळाले होतो, त्याच्या साहाय्याने अणू व रेणू ओळखता येत असत वायू तापवला तर त्यातून प्रकाश बाहेर येतो, प्रकाश सूक्ष्म लहरीचा बनलेला असतो. प्रत्येक प्रकारच्या अणू किंवा रेणूतून त्याच्या विशिष्ट लांबीच्या लहरीद्वारे प्रकाश बाहेर येतो. एखाद्या व्यक्तीच्या बोटांच्या ठशावरून ज्याप्रमाणे एखाद्या व्यक्तीची ओळख पटते, त्याचप्रमाणे या लहरीच्या लांबीवरून त्या अणू किंवा रेणूरी ओळख पटू शकते.

रॅमसेरे कॅब्लिंशाचा प्रयोग परत एकदा करून पाहिता असता त्याला असे आढळले, की हतेच्या शेतट्या छोट्याशा बुडबुडगातून ज्या लहरी आल्या त्यांची लांबी नत्रवायूच्या अणूच्या तहरीपेक्षा निराळी होती. प्रत्यक्षात त्या वेळेपर्यंत माहीत असणाऱ्या कोणत्याही मूलतत्त्वापेक्षा या लहरी वेगव्याहोत्या, हे एक नवेच मूलतत्त्व आहे याबाबत रॅमसेची १८९५ साली भात्री पटली, रॅली व रॅमसे या दोघांनी मिळून त्याला 'आरगॉन' असे नात दिले छा वायू दुसऱ्या कशाशीही संयोग पावत नसल्याने 'जाळशी' अशा अर्थाच्या एका ग्रीक शब्दवरून हे नाव देण्यात आले. आरगॉनचे अणू आपल्या स्वतःच्या अणूशीदेखील संयोग पावत नाहीत, म्हणून आरगॉन हा वायू एकेरी अणूंचाच बनलेला असतो. तरीही नत्रवायूच्या दोन अणूरी छनलेल्या नत्रवायूच्या एका रेणूपेक्षाही आरगॉनच्या एका अणूचे वजन अधिक असते.

याचा अर्थ, शुद्ध कोरड्या हवेत ७८ टक्के नत्रवायू, २५ टक्के प्राणवायू व १ टक्का आरगॉन असतो. इतर जे काही असेल ते अत्यंत नूक्य प्रमाणात असते.



सर वित्यम रॅमसे

रॅमसेच्या काळात रसायनशास्त्रज्ञांना निरनिराक्ष्या मूलतत्त्वांची वरीच माहिती झाली होती, आरगॉनप्रमाणेच कशाशीही संयोग न पावण्याचा अणूंची इतरही काही मूलतत्त्वे असणार, असे शास्त्रज्ञांना वाढू लागले. त्यांचा शोध घेण्यास रॅमसेने सुरुवात केली.

ज्या वर्षी आरगॉनचा शोध जाहीर करण्यात आला, त्याच वर्षी रॅमसेला समजले, की एक खनिज तापवले असता त्यातून एक वायू बाहेर पडतो, तो नत्रवायू असल्याचे बोलले जात होते. पण ते खरेच असेल का?

रॅमसेने त्या वायूचा एक नमुना मिळवून तो तापवला व त्याच्या प्रकाशलहरीचा अभ्यास केला. तो नत्रवायू तर नव्हताच, तसेच तो आरगॉनदेखील नव्हता.

पुरी, १८६८ साली पियेर ल्युल सेझार ज्यान्सेन (१८२४-१९०७) या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने, सूर्यप्रकाशात या लांबीच्या तहरी असल्याचे म्हटले होते, त्याचे रॅम्सेला आशचय वाटते, या तहरी म्हणजे सूर्यात असणाऱ्या परंतु आपल्याला अद्याप माहीत नसणाऱ्या एखाद्या मूलतत्त्वाच्या तहरी असगार अशा समजूतीने, त्याला ग्रीकमधील 'सूर्य' या अर्थाच्या शब्दावरून 'हेलियम' असे नाव देण्यात आले होते; आणि आता रॅम्सेला पृथ्वीवरच हेलियम मिळाला होता.

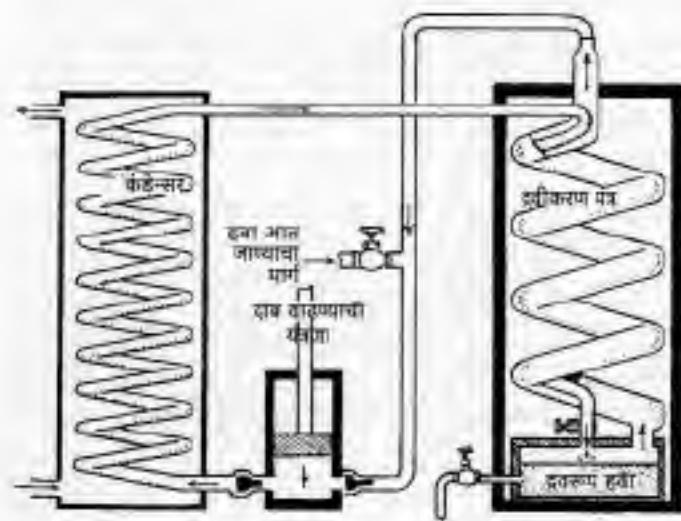
रॅम्सेने मोठ्या प्रमाणात आरगॉन मिळवला व त्यात इतर काही वायूंचे लहान प्रमाणाकरील मिश्रण मिळते का हे शोधण्यासाठी काळजीपूर्वक अभ्यास करायला सुरुवात केली. १८९८ साली त्याला ३ नवे वायू सापडले : 'निअॅन' ('नवीन' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून हे नाव देण्यात आले), 'क्रिप्टॉन' ('लपलेला' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून) व 'जिनॉन' ('माहीत नसतेला' किंवा 'पाहुणा' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून) ही नवे देण्यात आली.

आरगॉन व हेलियमबरोबरच या तीनही वायूंना 'अचल वायू' किंवा 'नोबल वायू' (नजवायू) असे म्हणतात, वातावरणात हे सर्व वायू असतात; पण आरगॉनखेरीज इतर सर्व वायू अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणात उपस्थित असतात. वातावरणात निर्भान केवळ १/५०,००० इतकाच असतो, डेलियम, क्रिप्टॉन आणि जिनॉन तर याहीपेक्षा कमी प्रमाणात असतात. कर्ब्डिग्राणील वायू हायड्रोजन व मिथेनही सूक्ष्म प्रमाणात असतात, कार्बनचा एक अणू व हायड्रोजनचे ४ अणू यांपासून मिथेनचा एक रेणू बनतो. (CH_4).

हवेतून मोठ्या प्रमाणावर हे अचल वायू मिळवणे कठीणच असते, आपल्याता जर नेहमीच्या हवेतून ते मिळवायचे उलातील तर ते अधिकच कठीण असेत. रॅम्से त्याचे संशोधनकार्य सुरु करत होता त्याच सुमारास हवेच्या संदर्भात काही नव्या घडामोडी घडत होत्या.

इ. स. १८०० च्या सुमारास किंतीही थंड डाली तरी हवा वायुरूपच राहत असे. कालांतराने शाळजांना तापमान अधिकाखिक कमी करण्यात यश आले व त्यानंतर एकामागून एक वायू द्रवरूप बनवणे त्यांना शक्य झाले.

अखेर १८७७ साली लुई पॉल काघ्यरे (१८३२-१९१३) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने तापमान इतके कमी करण्यात यश मिळवले, की प्रापवायू व नन्तवायूदेखील द्रवरूप करण्यात आले. प्रापवायू - १८३ अंश सेलिशेयसला द्रवरूप होतो, तर नन्तवायू - १९४ अंश सेलिशेयसला. एकदा हे दोन वायू द्रवरूपात मिळवल्यानंतर हवादेखील द्रवरूप करणे शक्य झाले. सुरवातीला हे अगदी लहान प्रमाणात करणेच शक्य होते.



हवेच द्रवीकरण करण्याची यंत्रणा



पे १९३१ नथे उड्डाणारूरी वित्तस्थाण
घातलेले ऑगस्ट पिकार्ड व मदतनीस

कार्ट लिंड (१८४२-१९३४) या जर्नल रसायनशास्त्राने या विषपावर संशोधन करून मोरक्का प्रमाणावर कमी नव्हत द्रवरूप हवा मिळवण्याचा मार्ग शोधून काढला. द्रवरूप हवा ही नेहमीच्या वायुरूप हवेपेक्षा खूपच लाल्ल घन असते. एक लिटर द्रवरूप हवेत एक लिटर वायुरूप हवेपेक्षा सर्वच घटकांचे वरेच अधिक रेणु असतोत. रसायनशास्त्राने द्रवरूप हवेचा उपयोग करून शुद्ध प्राणवायू किंवा शुद्ध नव्रायू किंवा झिनांनसारखा कवचित मिळणारा अचल वायूदेखील मोरक्का प्रमाणावर मिळू शकत नाही.

अशा तळ्वे एकोणिसाळ्वा शतकाच्या बरंदेरीस हवेचे घटक पूर्णपणे माहीत झाले होते, तरीही शास्त्रज्ञांचे उंचावरीत हवेकडे अधिक लक्ष वेदले गेले होते. मानव अद्याप सहा मैलांहून अधिक उंचीवर प्रवाश नाऊ शकला नव्हता; परंतु कुणे याहून अधिक उंचीवर गेले होते.

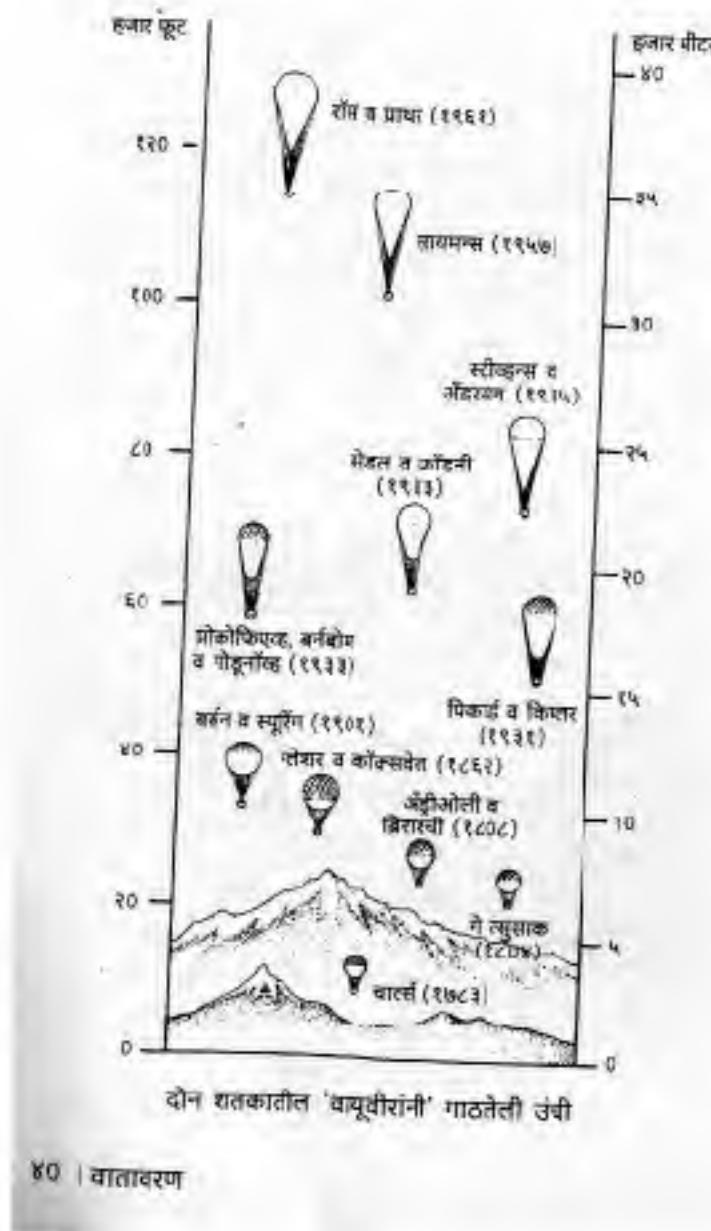
उंचावरील हवा अतिशय विरळ असते, ही यातीन खरी अडवप होती. पण त्यांनी त्या हवेतव श्वास घेणे आवश्यक होते का? उधळवा टोपलीत उमे राहण्याएवजी नेहमीती, हवा सीलबंद

केलेली, पेटीसारखी एक छोटीशी खोली फुग्याता जोडती तर काय हरकत आहे!

प्रेवटी तसेच करण्यात आले. ऑगस्ट पिकार्ड (१८८४-१९६२) या स्विस शास्त्रज्ञाने एक भला धोरला कुगा तयार केला व त्याच्या खाली एक झॅल्युमिनियमची खोलीसारखी पेटी जोडली. १९३१ सालापासून त्यांनी फुग्याची उड्डाणे केली. त्यातून ते १९५८ येत उंचीपद्धत जाऊ शकते. पुग्यात त्यांनी हेलियम भरला होता. हेलियम जरी हायड्रोजनइतका हलका नसला, तरी तो जळत नाही किंवा त्याचा स्फोटही होत नाही म्हणून तो अधिक सुरक्षित असतो.



पिकार्डनंग फुग्याता नोडलेली पेटी बळेशियाळ्या आल्पस् पर्वतातून परत आणलाना



कालांतराने रेशमी कापड्याएवजी फुगे बनवण्यासाठी प्लास्टिकचा वापर केला जाऊ लागला व त्यातून माणूस २० मैत्रांहूनही अधिक उंचीवर जाऊ शकला. मानवप्रिणित पुणे तर ३० मैत्रांहूनही अधिक उंची गाठू शकले.

स्ट्रॅटोस्फियरमधून वर जाताना तापमान कायम राहात नाही असे नंतरच्या उड्डाणातून दिसून आले ते वाढत जाते ३० मैल उंची ही स्ट्रॅटोस्फियरची सीमा आहे. त्याच्यावरच्या थरांत वरचे वातावरण आहे.

२० मैत्रांच्या उंचीवरील वातावरणाचे वजन हे वातावरणाच्या एकूण वजनापैकी फक्त २ टक्केच आहे, परंतु तेवढ्यानेदेखील काही विशेष परिणाम दिसून येतात.

उदाहरणार्थ, रात्रीच्या आकाशात उल्का किंवा निखल्लेले तारे दिसू शकतात. हे अंतराळात उडणारे लहान-सहान कण असतात व त्यांची पृथ्वीच्या वातावरणाशी टक्कर होते, ते वरच्या वातावरणातून जात असताना त्याच्या वेगामुळे त्यांचे रेणू दाबामुळे जबळ आणले जातात. यामुळे त्यांच्या वेगाच्या शक्तीचे उष्णतेत रुपांतर होते व ते प्रकाशमान दिसून नंतर वितळून जातात. खूप उंचीवरील हवा जरी अतिशय वितळ असाली, तरी उष्णतेने उल्का तापून प्रकाशमान होण्यासाठी ती पुरेशी असते आणि ५० ते ८० मैत्रांच्या उंचीवर असूनदेखील त्या दिसू शकतात.

तसेव सूर्यातून अणूपेक्षाही सूक्ष्म कण प्रचंड वेगाने फेकले जातात. शालाच आपण 'सूर्यवात' म्हणतो, या कणांमध्ये विद्युतभार व अतिशय गोळ्या प्रमाणावर ऊर्जा असते. असे कण सूर्यापासून सर्व दिशांनी फेकले जातात व त्यापैकी काही पृथ्वीवरही आदळतात. त्या वेळी ते वरचे वातावरण बेदून येतात व त्यांच्या वाटेता येणाल्या सर्व अणू-रेणूंशी त्यांची टक्कर होते.

अशा टक्कर झालेल्या अणू-रेणूमध्येही विद्युतभार येतो, त्यांना

२५० मीट



आवनोसिंगर

१५० मीट



केनेलि-डेवीसाइट स्तर

५० मीट



स्टैटोसिंगर

३०० मीट



ट्रायांसिंगर

३० मीट



स्प्रॅक्टलारी

० मीट

पृथ्वीवरील वातावरण

‘आयन्स’ असे महणतात. नेहमीच्या अखंड अणूपेक्षा त्यांच्यात वरीच अधिक ऊर्जा असते.

पृथ्वीवरील दिवस असणाऱ्या भागावरच सुर्वात आदलतो. हे सहजच लक्षात येते. रात्र असणारी बाजू पृथ्वी प्रध्ये आत्याने सुरक्षित राहते. फुटलेल्या अणूना आणते निस्टून गेलेले भाग परत मिळवण्याची व त्यांच्यातील अधिकची ऊर्जा नष्ट करण्याची संधी मिळते. ही ऊर्जा नष्ट होताना प्रकाशाच्या स्वरूपात दिसून येते.

पृथ्वीच्या चुंबकीच आकर्षणामुळे सौरवात वक्वला जातो म्हणून तो बहुतेक वेळा धूवाजवळच आदलतो. चुराडा झालेत्या बहुतेक सर्व अणूमधून निपालेला प्रकाश सहसा याचे भागात दिसतो. याच प्रकाशाता ‘अरोरा’ किंवा ‘धुवीच प्रदेशात दिसणारे प्रकाशाचे पङ्गे’ असेही महणतात. पृथ्वीच्या धूवावरून रात्रीच्या वेळी दिसणारे हे एक वैशिष्ट्य आहे.

सहज दिसू शकेल असा ‘अरोरा’ निर्माण करण्यासाठी आवश्यक एकदी हदा पृथ्वीच्या पृष्ठमागापासून १०० मैलांवरदेखील उपलब्ध आहे. काही वेळा हा प्रकाश ६०० मैलांवरदेखील दिसू शकतो.

अखेर १९५० साली अग्निबाण प्रचंड रुंचीवर म्हणजे वातावरणाच्या बाहेरदेखील पाठवण्यात शाळजाणांना यश आले. पृथ्वीपासून १२०० मैलांच्या उंचीवरदेखील अग्निबाणांच्या उत्त्वांवर परिणाम करू शकतील असे वायूंचे अणू व रेणू तरंगत असतात, असे यावरून लक्षित आले. इतक्या मोठ्या उंचीवरील बहुतेक वायू हे हेतिगम व हायड्रोजनच्या अणूंचे द रेणूंचे बनलेले असतात. पृथ्वीच्या दातावरपात किंवा इतरत्र आढळणाऱ्या सर्व वायूंत हे वायू वजनाने सर्वांगीक हलके आहेत.

१९०९ साली गुग्लिएल्यो मार्कोनी (१८७४-१९३७) या इटालियन विद्युत अभियंत्याने इंग्लंडहून अंटलांटिक महासागरपार

न्यूफाउंडलॅंडला रेडिओ लहरी पाठवल्या, हे तसे कोऱ्यात टाकणारेच होते, कारण रेडिओलहरी फक्त सरळ रेषेतच प्रवाश करू शकतात; घण इंलंडहून न्यूफाउंडलॅंडना जाण्यासाठी या लहरीना चॅक्सारख्या गोल असणाऱ्या पृथ्वीच्या वक्र भागावरून जारे लागते होते, हे कने पडते?

१९०२ साली आर्थर एडविन केनेली (१८६१-१९५९) या ब्रिटिश अमेरिकन अभियंत्याने असे गत मांडते, की हवेतील मोठ्या प्रमाणावरील आग्नसमधून रेडिओ लहरी परावर्तित झाल्या असणार. उंचावरील वातावरणात मोठ्या प्रमाणावर आग्नस म्हणजे विद्युतभारित कण असणाऱ्या एक धर असणार, रेडिओ लहरी त्याकून परावर्तित होऊन जमिनीवर प्रवाश आल्या असणार, मग जमिनीवरून परत आग्नसकडे, परत जमिनीकडे असा प्रकारे त्पांनी नागमोडी पदलीने परंतु सरळ रेषेत पृथ्वीच्या दक्ष पृष्ठभागाभोवती प्रवास केला असणार.

ऑलिव्हर हेवीसाइड (१८५०-१९२५) या इंग्रज विद्युत अभियंत्यानेदेखील घाच सुमारास अमेच मत प्रदर्शित केले, म्हणून लोक आयनसच्या 'केनेली-हेवीसाइड' धाराबदल बोलू लागते.

१९२४ साली एडवर्ड व्हिक्टर अॅपलन (१८९२-१९६५) या इंग्रज शास्त्रज्ञाने रेडिओ तहरी हवेत पाठवल्या व त्या प्रत्यक्षात परावर्तित होतात असे दाखवून दिले, केनेली-हेवीसाइड धर सुमारे ७० मैल उंचीवर होता व त्याच्याही पर्तीकडे १५० मैल उंचीपर्यंत इतर धर असतात. रॉबर्ट जलेकझांडर वॅट्सन-वॅट या स्कॉटिश शास्त्रज्ञाने असे सुचवतो, की वातावरणातील ६० ते १५० मैल उंचीच्या ज्या धरात आग्नस प्रवर्चन प्रमाणात असतात, त्या धराला आयनोस्टिक्यर असे नाव देण्यात यावे.

वरच्या वातावरणात एक प्रकारचा वायू आहे तो खालच्या वातावरणात दुर्मिळ आहे. या वायूचा इतिहास १८४० सालापर्यंत



आधुनिक पुणा

५ | इतर विश्वे

मागे जातो. फ्रेंड्रिंग शोइनबाहन नावाच्या जर्दन स्विस रसायनशास्त्रज्ञाच्या असे लक्षात आते, की विद्युत उपकरणांच्या भोवती एक विशिष्ट प्रकारचा वास येतो. तो जग वायुपासून घेत होता तो वायू वेगव्याप्ती करून त्याने त्याचा अभ्यास केला व त्याला ग्रीकमधील 'वास' या शब्दावरून 'ओझोन' असे नाव दिते.

कालांतराने ओझोन हा प्राणवायूच्याच एक प्रकार असल्याचे समजून आले. याच्या रेणूत प्राणवायूच्या २ अणूऐवजी ३ अणू (O₃) असतात. ओझोनमध्ये प्राणवायूप्रेक्षा अधिक ऊर्जा असते व ऊर्जेचा भरपूर पुरवठा असल्यास - जसे की विजेच्या उपकरणांचोवती - प्राणवायूपासूनच तो तयार होतो. ही ऊर्जा काढून घेतती तर त्याचे विघटन होऊन प्राणवायू परता मिळतो.

१९१३ साली चार्ल्स फाल्ड्री (१८६७-१९४५) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने असे दाखवून दिले, की वरच्या वातावरणात ओझोन असतो. सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेमुळे प्राणवायूपासून याची निर्मिती होते. रेणूचे विघटन जितके जलद होईल तितका अधिक ओझोन सूर्यप्रकाशात तयार होतो.

वातावरणातील सुमारे १५ मैल उंचीदरीत प्रदेशात दराच ओझोन असतो, प्लॅनून त्याला ओझोनोस्फियर असेच नाव देण्यात आले आहे. ओझोनोस्फियर आपल्यामाठी फारच महन्चार्धे आहे. सूर्यप्रकाशातील सूप्रे ऊर्जा असणारे अतिनील किरण तो शीषून घेतो. हे किरण जर ओझोनचा थर पार करू शकतो, तर त्याना खालच्या वातावरणातील प्राणवायू व नववायूचा थर पार करण्यात काहीच अडवण येणार नाही. हे किरण, जर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आदळते तर मनुष्यप्राण्यासकट सर्व सजीव प्राण्यांसाठी ते बरेच विध्वंसक ठरतील. स्ट्रॉटोस्फियरमधील ओझोनच्या धरागुळेच आपले संरक्षण होते.

घन पदार्थातील अणू व रेणू एकत्र बांधलेले भसतात; परंतु वायूंची परिस्थिती मात्र निराळी असते. वायूंमधील रेणू अग्रिवातच एकत्र नसतात, उलट ते एकमेकांणसून शक्य तिळक्या दूरवर पसरतेले असतात. पृथ्वीच्या वातावरणातील वायू दूरवर पसरून वातावरणाबाहेर नाहीसेच झारे असते. पण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळेच ते जपिनीजवळ राहिले आहेत.

ग्रह जितका लहान असेल, तितके त्याचे गुरुत्वाकर्षण कमी असते. उदाहरणार्थ, चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणाच्या तुलनेते केवळ १/६ इतकेच आहे. चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण खातावरण टिकून राहण्यास पुरेसे नाही, म्हणून चंद्रावर हवा नाही. तसेच चंद्राहून लहान असणाऱ्या अंतर्गतातील कोणत्पाच तस्तुवर हवा नाही.

एखादा ग्रह जितका गरम असेल, तितके तिथ्या वायूंचे रेणू जलद गर्तीने हालचात करतात व गुरुत्वाकर्षणाने त्यांना जखाहून ठेवणे अधिक कठीण होते. बुध किंवा मंगळाचे उवाहण घेऊ या. हे दोन्ही ग्रह पृथ्वीपेक्षा लहान आहेत व दोयांच्याही पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणाचा ग्रभाव पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या २/५ इतका आहे. बुध सूर्याच्या सर्वात जवळचा ग्रह असल्याने अतिशय उष्ण आहे आणि त्या तापमानाला वातावरण टिकवून ठेवण्याइतकी शकती त्याच्या गुरुत्वाकर्षणात नाही. म्हणूनच तोही चंद्राप्रमाणेच हवाविरहित आहे.

भंगळ मत्र सूर्याचासून पृथ्वीपेक्षांची कूर आहे व लंटाविर्झजपेशाही घंड आहे. त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाने त्याने आपल्याभोवती घोडेरे.



वातावरण टिकवणे आहे, पण ते अत्यंत विरळ आहे; पृथ्वीच्या वातावरणाशी तुलना केली असता ते केवळ १/१०० घनतेचे भरेल.

एखाच्या यहाप्रोवती वातावरण असेल, तर त्यात आपल्याकडूचे वायू असतील असे नाही. उदाहरणार्थ, कोणत्याही वातावरणात बराचसा प्राणवायू असावा ही गोष्ट तशी विरळाच

म्हणायला हवी. प्राणवायू हा क्रियाशील वायू आहे व त्याचा इतर पदार्थाशी सहज संयोग होतो. सामान्यतः तो जर एखाचा डिकाणी असलाच, तर त्याची संयुगे बनतील व तो वातावरणातून संथ गतीने नाहीसांच होईल.

हिरव्या वनस्पती व झाडे सूर्यप्रकाशातील ऊर्जा वापल्यन कडब्बिग्राणील वायू व पाणी यांच्यापासून आपली गाढ करून



प्राणवायुचे चक्र

घेतात, हे आपल्याकडे प्राणवायू अंसण्याचे खरे कारण आहे. या प्रक्रियेत ते प्राणवायू बाहेर सोडतात. प्राणी श्वासाद्वारे हवा घेतात, वनस्पतीमधील साखरेच्या व प्राणवायूल्या प्रिश्नाने ते कर्बंडिप्राणील वायू व पाणी तयार करतात.

याने समतोल साधला जातो. प्राण्यांद्वारे व इतर प्रक्रियेत जितका प्राणवायू वापरला जातो तितक्याच जलद गतीने वनस्पती तो परत तपार करतात. याचा परिणाम म्हणजेच, वनस्पती तयार करत असतेला प्राणवायू पुर्वीवर अल्नातभी वर्षीपासून टिकून राहिला आहे.

वनस्पतीनी कर्बंडिप्राणील वायूपासून प्राणवायू तयार करण्यानी पद्धत विकसित करण्यापूर्वी बहुशा पुर्वीच्या वातावरणातही प्राणवायू नसेल. त्याएवजी केवळ कर्बंडिप्राणील वायूच असणार, जर हिरव्या

वनस्पती अस्तित्वात आल्या नसत्या, तर पुर्वीच्या वातावरणात आजदेखील केवळ कर्बंडिप्राणील वायू व नत्रवायूच राहिले असते.

वास्तविक, १९७० च्या दशकात शोध घेण्यासाठी मंगळावर पाठवलेल्या अंग्रेजीद्वारे आपल्याला माहीत झाले आहे, की मंगळावरील विरळ वातावरणात कर्बंडिप्राणील वायू व नत्रवायूच आहे. तेचे आपल्याप्रमाणे सनीवसुटी नाही हे समजून घेण्याचा हा एक मार्ग आहे. कदाचित अगदी साध्या (एकपेशीय) जीवांचा अपवाद आसू शकेत.

शुक्र हा ग्रह जवळजवळ पुर्वीच्याच आकाशाचा आहे व त्याचे गुरुत्वाकर्षणही तेवढेच आहे. त्याच्याभोवती कर्बंडिप्राणील वायू व नत्रवायूचे दाट वातावरण आहे.



शुक्राभोवतीचे दाट ढग

शुक्र पृथ्वीपेक्षा सूर्याच्या अधिक जवळ आहे म्हणून अधिक गरम आहे, पृथ्वीवर बन्याद कर्बंडिग्राणील वायूंचा खनिजांशी संयोग होऊन कार्बनेट्स बनली आहेत. शुक्रावर अधिक उष्णतेने अस्तित्वात अमाण्या कार्बनेट्सचे रिघटन होऊन चाताकरणात कर्बंडिग्राणील वायू सोडला जातो.

कर्बंडिग्राणील वायू उष्णता शीषून घेतो, म्हणून वातावरणात कर्बंडिग्राणील वायू जितका अधिक असेल तितका शुक्र अधिक



शनीचे उपग्रह

गरम होतो. तो जितका अधिक गरम होईल, तितके अधिक कार्बनेट्सचे विघटन होते. म्हणूनच शुक्रावरील वातावरण पृथ्वीच्या तुलनेत १०० पटीनी अधिक दाट आहे व लगत भरपूर कर्बंडिग्राणील वायू आहे. अशा वातावरणात इतकी उष्णता टिकून राहते, की त्यामुळेच शुक्र हा आपल्या सूर्यमासेतील सर्वाधिक गरम ग्रह आहे. बुध यारी सूर्याच्या अधिक जवळ असला, तरी शुक्र बुधाहूनही गरम आहे, कारण उष्णता राखून ठेवण्यासाठी बुधावर वातावरण नाही.

एखादा अणू अथवा रेणू जितका लहान असेल, तितका ती विशिष्ट तापमानात जलद झालचाल करतो व गुरुत्वाकर्षणाने त्याला जख्हून ठेवणे अधिकथ कठींग होते. हायड्रोजन व हेलियमचे अणू स्वर्ती लहान असतात.

पृथ्वी व इतर ग्रहांप्रथम निर्माण झाले ते पूर्णत. हायड्रोजन व हेलियमगासूनच. पृथ्वी व तिच्या जवळचे ग्रह निर्माण होताना सूर्याच्या खूप द जवळ होते, म्हणून ते अतिशय गरम असल्याने सर्व हायड्रोजन व हेलियम टिकून ठेवू शकले भाहीत. लहान अमाण्यात अस्तित्वात अमाण्या वजनाने जह अशा इतर आसूपासून त्यांची निर्मिती झाली. त्यामुळेच पृथ्वी, मंगळ, शुक्र, बुध व चंद्र हे आकाराने लहान आहेत.

सूर्यापासून अधिक दूरवर गेल्यावर घंड तापमानात बनलेले ग्रह हायड्रोजन व हेलियम टिकून ठेवू शकले. त्यामुळे ते आकाराने बोठे बनले अणि त्यांचे गुरुत्वाकर्षणही अधिक झाले. याचा परिणाम म्हणून ते हायड्रोजन व हेलियम अधिक चांगल्या ग्राकारे जख्हून ठेवू शकले. याच कासणाने गुरु, शनी, युरेनस व नेपच्यून हे प्रचंड आकाराचे ग्रह तयार झाले. या प्रचंड ग्रहांप्रोक्तीचे वातावरण खूप खोल व दाट असून ते प्रामुख्याने हायड्रोजन व हेलियमचे बनले आहे.

या प्रचंड ग्रहांचे उपग्रह आकाराने फारच लहान भाहेत, त्यामुळे सूर्यापासून दूरवरच्या भयंकर गोठवणाऱ्या खंडीत वातावरण टिकवून ठेवणे त्यांना शक्ता नाही. शानीचा शक्ति पोठा उपग्रह टायटन हा एकच अपेक्षाद आहे. वातावरण टिकवून ठेवण्याइतका त्याचा आकार मोठा असून त्यांचे तापमानही पुरेसे पंड आहे.

जिरार्ड गीटर कॉर्टेपर (१९०५-१९७३) या डक्टर अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने १९४८ साली टायटनच्या वातावरणाचा प्रथम शोध लावता, स्पेक्ट्रोस्कोपच्या साहाय्याने त्याने टायटनच्या प्रकाशाशाचा अभ्यास केला तेव्हा त्यात मिथेन दिसून आला. १९८३ साली एक शोध घेणारा अप्रिबाण शनीच्या जववळून गेला. टायटनच्या वातावरणात मुख्यतः नव्रतायू, असल्याचे त्याला आढळले. नव्रतायू, स्पेक्ट्रोस्कोपमधून सहसा ओळखता येत नाही.

आतापर्यंत जापल्याला मिळालेल्या माहितीवरून, आपल्या सूर्यमालेत एकूण सात ग्रहांवर व एका उपग्रहावर वातावरण आहे.

गुरु, शनी, युरेनस व नेपच्यून या चार ग्रहांचे वातावरण मुख्यतः हायद्रोजन व हेलियमचे आहे.

शुक्र व मंगळाचे वातावरण विशेष करून कर्भद्विप्राणीत वायू व नव्रतायूचे बनले आहे.

टायटन या एका उपग्रहाच्या वातावरणात प्रामुख्याने नव्रतायू व मिथेन आहे.

पृथ्वी या एकाच ग्रहावरीत वातावरणात नव्रतायू व प्राणवायू आहेत.

आपल्याला माहीत असणाऱ्या ग्रहांपैकी फक्त पृथ्वीच्याच वातावरणात प्राणवायू आहे. त्यामुळे मनुष्यप्राणी सहजपणे जगू शकतील असे हे एकच ठिकाण आहे.



एडवर्ड हिक्सचे १८१० मधील^१
"शांततापूर्ण राज्याले" चित्र